



Belemnieten uit het Laat-Krijt van Limburg

John W.M. Jagt

Algemeen

DE STEVIGE, verkalkte rostra van pijlintvissen zijn al vroeg herkend in het zuiden van Limburg. Zover ik kon nagaan werden ze voor het eerst goed afgebeeld en summier, doch treffend, beschreven door Faujas de Saint-Fond⁷² die ze echter niet van een Latijnse naam voorzag. Dat gemis werd ondervangen door von Schlotheim²⁵⁷, die onder andere de soorten *Belemnites mucronatus* en *Belemnites lanceolatus* invoerde. De eerlijkheid gebiedt te zeggen dat daarna zo goed als alle Laat-Krijt belemnieten uit Europa, inclusief die uit het Maastrichtse, onder die noemers samengevat werden²⁴². Binkhorst van den Binkhorst¹² schaarde eveneens alles onder de naam *mucronata*, maar nu – terecht – in het genus *Belemnitella* en met d'Orbigny^{222a} als auteur. De meeste van de door Binkhorst prachtig afgebeelde stukken zouden we nu zonder probleem tot *Belemnitella junior* (zie hieronder) rekenen.

De studie van belemnieten kwam pas echt op gang toen, met name in delen van de voormalige Sovjet Unie (Rusland, Oekraïne), het besef groeide dat meerdere soorten en ondersoorten konden worden onderscheiden en dat die stratigrafisch van grote waarde waren, met name in het laat-Campanien en Maastrichtien, ruwweg de laatste tien miljoen jaar van het Krijt⁸. Voortbordurend op dat werk voerde Jeletzky¹²³⁻¹²⁷ een soort standaardisering in, wat leidde tot een beter begrip van genera, soorten en ondersoorten en van de hierop gebaseerde biozones. Deze manier van werken kreeg navolging, en met name Naidin²¹⁷⁻²¹⁹ beschreef veel materiaal uit diverse Krijtvoorkomens in de Sovjet Unie, vaak op niet-navolgbare wijze, waarop – veel later – de nodige kritiek uit het 'westen' werd geleverd.

Voor het typegebied van het Maastrichtien (zuidelijk Lim-

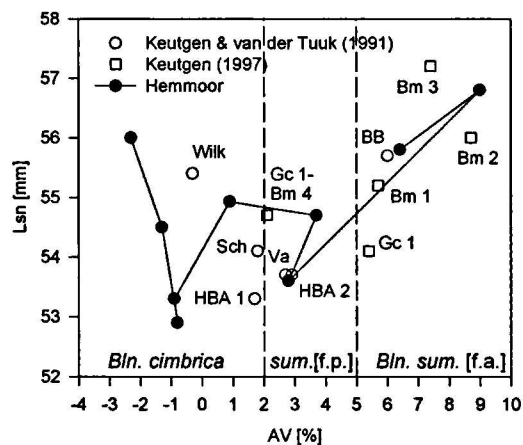
burg en het aangrenzende Belgische en Duitse gebied) zijn met name Jeletzky¹²⁴ en Birkelund¹³ van belang. De eerste toonde aan dat *Belemnitella junior* (en 'ondersoort' *nowaki* Jeletzky¹²⁶), door vele eerdere generaties van auteurs routinematig (maar foutief) als *Belemnitella mucronata* aangeduid, wijdverbreid was in dat gebied, terwijl de tweede auteur (zie haar pl. 6, fig. 6) voor het eerst *Belemnella casimirovensis* [= *Bln. kazimirovensis*] uit Geulhem beschreef, op basis van één enkel rostrum cavum. Later deed Schmid^{259,260} er nog een schepje bovenop; hij ging zeer nauwkeurig te werk en verzamelde materiaal in het gehele Krijtpakket tussen Luik, Maastricht en Aken. In grote lijnen staat zijn indeling nog steeds overeind, maar is die de laatste twintig jaar aanzienlijk verfijnd – desondanks zijn we nog steeds niet aan het eind van onze studies! Andere auteurs hebben nog nuances aangebracht en niet eerder uit het gebied gemelde soorten beschreven^{28,39,110,111,114,153-156,262,295}.

Paleo(bio)geografisch behoorde zuidelijk Limburg in het Laat-Krijt tot de Noord-Europese Provincie^{31,32}, die zich van Ierland tot achter de Oeral (Rusland) uitstrekte. In het vroeg-Campanien (ca. 83.5-81 Ma) is een Centraal-Europese Subprovincie te onderscheiden, die wordt gekenmerkt door de genera *Actinocamax* [ontbreekt in ons gebied], *Goniatoteuthis* en *Belemnitella*. Met name de opeenvolging van soorten en ondersoorten van *Goniatoteuthis* is van groot belang voor de zonering van het vroeg-Campanien^{29,31,32,40}. Overheersend in het laat-Campanien (81-76 Ma) is het genus *Belemnitella*, wat deels samenhangt met het uitsterven van andere vormen (*Actinocamax*, *Goniatoteuthis* en *Belemnelloamax*) rond de grens tussen het vroeg- en laat-Campanien. Vele soorten, in hoofdzaak in noordwest Europa, zijn onderscheiden in het laat-Campanien, waarvan sommige wijdverbreid zijn terwijl andere een tendens tot het ontwikkelen van regionale soorten illustreren^{30,33,34,36,37}. De grens tussen het laat-Campanien

en het vroeg-Maastrichtien laat een nieuwe belemnieten 'revolutie' zien – het succesvolle genus *Belemnella* (met zijn subgenera *Belemnella* en *Pachybelemnella*) doet zijn intrede. Diverse soorten kenmerken het gehele vroeg-Maastrichtien^{31,32,35,262,264}, hoewel een aantal taxa uit het genus *Belemnella* hen af en toe vergezelt^{32,35,263}. In deze periode vindt ook een migratie vanuit het westelijk deel van het Russische Platform plaats van de soort *Belemnella praearkhangelskii*, die gemeld is uit Noord-Duitsland, de Voerstreek (België) en Denemarken^{32,154}. Op de grens tussen het vroeg- en laat-Maastrichtien vindt een nieuwe omwenteling plaats; *Belemnella* uit de junior groep verdringt *Belemnella* en breidt zijn areaal uit van noordwest Europa naar Polen, de westelijke Oekraïne en de Krim plus Azerbeidzjan (Kaukasus) en het noordelijk deel van de Tethys, de voorloper van de Middellandse Zee. Pas in het jongste laat-Maastrichtien slaagt het subgenus *Belemnella* (*Neobelemnella*) erin, vanuit het oorsprongsgebied in het oostelijke deel van het Russische Platform, zijn verspreidingsgebied uit te breiden in westelijke richting, zoals vonden uit Polen, Denemarken en het gebied rond Maastricht aantonen^{31,32,104}. Er lijkt overeenstemming te bestaan over het feit dat belemnieten uitstierven op de Krijt-Paleoceen (K/Pg) grens, hoewel in de buurt van Geulhem (Limburg) vonden van *Bln. (N.) ex gr. kazimiroviensis* gedaan zijn aan de basis van de Geulhem Member (vroeg-Paleoceen) die zo goed als geen sporen van omwerking (remaniëring en resedimentatie) vertonen. Wellicht dat isotopenonderzoek hierover later uitsluitsel kan geven. Met die laatste opmerking komt ook het onderwerp 'belemnietenkerkhoven' aan de orde. Doyle en Macdonald⁶¹ onderscheidten diverse types van concentraties van rostra en probeerden voor deze zowel biologische (voortplanting en massaal afsterven) als sedimentologische verklaringen te vinden. Voor ons gebied is het voorkomen van dit soort aanrijkingen beschreven uit de Vijlen Member^{153,262}, uit de basis van de Valkenburg Member (net boven de Lichtenberg Horizon) en uit de basis van de Geulhem Member (Formatie van Houthem), direct volgend op de Krijt/Paleoceen grens (omgeving Geulhem/Berg en Terblijt; Albertkanaal tussen Vroenhoven en Veldwezelt¹⁰⁴). Met name voor de Vijlen Member konden Keutgen *et al.*¹⁵⁶ onlangs aantonen dat omwerking eerder regel dan uitzondering was, en dat om die reden de vroeg-Maastrichtien belemnietenzones zoals die door Schulz²⁶² in Noord-Duitsland waren onderscheiden, alleen met grote moeite in ons gebied herkend kunnen worden.

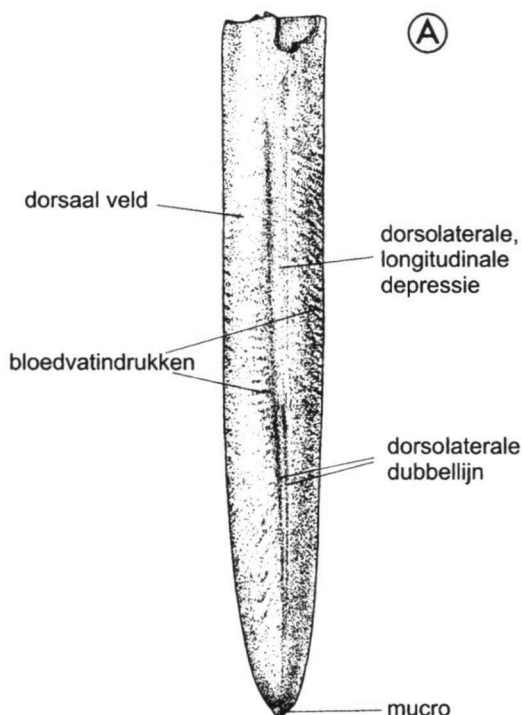
Moeizame studie

HOE PARADOXAAL het ook moge klinken – de determinatie van belemnieten uit het Laat-Krijt van Limburg is verre van gemakkelijk. Hoewel de gedetailleerde studies (zie Referenties) die de laatste twintig jaar verschenen zijn anders doen vermoeden, is het een tijdrovende klus met de nodige haken en ogen. De methode van analyse stoelt in hoofdzaak op 'populaties', die tussen 25 en 50 exemplaren (maar liefst nog meer) uit een beperkt stratigrafisch interval (vuistregel:

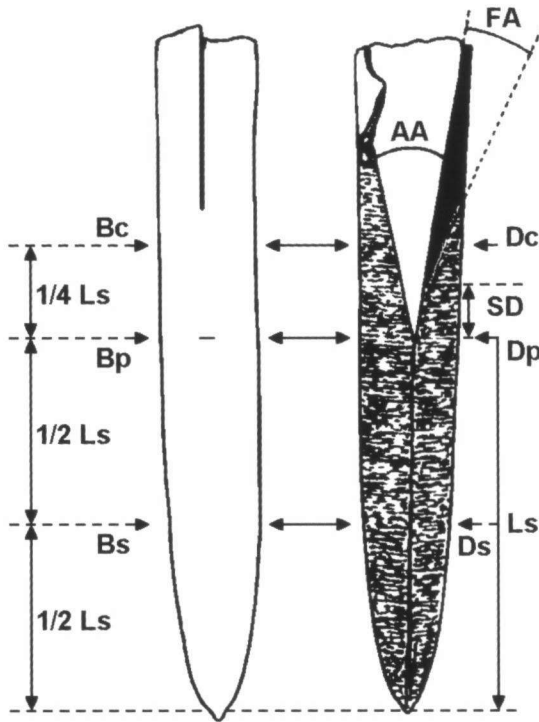


Tekstfig. 72. Voorbeeld van een grafische vergelijking tussen 'populaties' van *Belemnella* (*Pachybelemnella*) *sumensis* en *Bln. (P.) cimbrica*¹⁵⁶; f.a. – forma anterior; f.p. – forma posterior. Data voor Hemmoor zijn uit Schulz²⁶².

0.5 tot 1.5 m sedimentdikte) omvatten en waarvoor allerlei uiterlijke en inwendige kenmerken (zie tekstfig. 72-74) worden beoordeeld en gemeten. Die meetwaarden worden statistisch bewerkt en daarna in diverse grafieken (zie tekstfig. 72) geploet^{30,35,38,39,156,262}. Dit alles houdt natuurlijk in dat het op naam brengen van één enkel rostrum altijd met een zekere reserve



Tekstfig. 73. Uiterlijke kenmerken van een rostrum, in dit geval van het genus *Belemnella* (uit²⁷), in dorsolateraal aanzicht.



Tekstfig. 74. Meetbare uiterlijke en interne kenmerken van een rostrum¹¹⁴; zie tekst voor gebruikte afkortingen (links: ventraal aanzicht; rechts: overlangs gespleten rostrum; het alveole-dragende deel heet rostrum cavum; het overige rostrum wordt aangeduid als rostrum solidum. De bodem van de ventrale fissuur is egaal zwart gemaakt).

dient te gebeuren, hoewel iemand – na jarenlange ervaring – wel in staat geacht zou moeten worden ook soorten louter en alleen op uiterlijke kenmerken te kunnen determineren. Er kan dan gelet worden op het patroon van bloedvatindrukken, de loop van de dorsolaterale dubbellijnen (tekstfig. 73) en het al dan niet voorkomen van ‘pseudogranulatie’ of longitudinale streping.

Een check van de interne kenmerken, na het overlangs splijten van het rostrum, kan daarna aantonen of het oordeel juist was, of niet.

Dit splijten van het rostrum (zie tekstfig. 74) is voor de genera *Belemnitella* en *Belemnella* absoluut noodzakelijk om een aantal meetwaarden te kunnen bepalen, onder andere Ls, AA, FA en SD (voor afkortingen – zie hieronder). Het rostrum is doorgaans dusdanig (secundair) verkalkt dat er vanuit de ventrale fissuur een dun haarlijntje zichtbaar is (tegen het licht houden!) dat het rostrum in twee gelijke helften verdeelt. Met behulp van een dun beiteltje en een kleine, lichte hamer kan er gespleten worden; vooraf kan het rostrum een aantal minuten in kokend water worden gelegd, maar dat is vaak niet eens nodig. In de meeste gevallen gaat het splijten goed (zelfs in het veld), maar is het rostrum dus stuk. Het spreekt voor zich dat een onderzoeker van belemnieten zich op deze manier zeker niet populair bij menig conservator van museumcollecties maakt!.

Met uitzondering van *Gonioteuthis*, die een niet-verkalkte

pseudoalveole heeft met een – op de kopse kant gezien – afgerond vierkantige omtrek, is voor een onderscheid tussen de diverse soorten uit de genera *Belemnitella* en *Belemnella* het splijten van het rostrum is eerste vereiste. Het is niet anders. Met name soorten uit een zelfde ontwikkelingslijn verschillen dikwijls slechts in details (bijvoorbeeld *Belemnitella praecursor*, *Blt. mucronata*, *Blt. woodi* en *Blt. cf. minor II*) en, zeker in de Vijlen Member (Tabel 1), spelen omwerking en hernieuwde sedimentatie ons parten; dit maakt alles er niet eenvoudiger op. Voor het genus *Belemnella* kan in ons gebied dus de opeenvolging van soorten die Schulz²⁶² beschreef niet of nauwelijks herkend worden, wat inhoudt dat het onderste deel van de Vijlen Member relatief slecht bekend is. Hoewel belemnieten in het Laat-Krijt nog steeds een grote rol wordt toebedacht in de biostratigrafie, als gids- of index fossielen, valt de laatste jaren op dat er in de verspreidingspatronen (zowel geografisch als stratigrafisch) van de diverse soorten nuances moeten worden aangebracht. Deze zijn mogelijk gerelateerd aan paleoecologische en -klimatologische factoren die nog niet helemaal begrepen worden^{171,190,312}. Het bestuderen van recente inktvissen²³⁹ kan misschien nieuwe inzichten opleveren in de nabije toekomst.

Tot slot: buiten rostra, die soms heel dun uitlopen aan de voorzijde en waarvan af en toe de alveole is opgevuld met verharde kalk of vuursteen, zijn er in het studiegebied geen andere onderdelen van dit soort pijlinktvisen herkend, zelfs geen vanghaakjes (zie ²⁴³ voor voorbeelden), die elders wel bekend zijn, zij het mondjesmaat.

Herkende soorten

ALLE UIT het studiegebied vermelde soorten worden hieronder kort per genus en species besproken, met verwijzing naar de afbeeldingen (plaat 28) en met een opsomming van de stratigrafische verspreiding en mogelijke vindplaatsen binnen dat gebied.

Coleoidea Bather, 1888
Belemnitida von Zittel, 1895
Belemnopseina Jeletzky, 1965
Belemnitellidae Pavlow, 1914
Gonioteuthis Bayle, 1878

Dit genus omvat soorten van gemiddelde grootte (tot 80-85 mm lengte), met een niet-verkalkte pseudoalveole van variabele diepte, een niet of nauwelijks ventraal afgeplat rostrum dat subcilindrisch of cilindrisch in ventraal en cilindrisch in lateraal aanzicht is, en goed ontwikkelde oppervlaktesculptuur (dorsolaterale depressies en dubbellijnen, granulatie en longitudinale streping), een kleine SD (0.5-4.5 mm) en een sinusvormige bodem van de ventrale fissuur. De wanden van de pseudoalveole, die altijd lichter gekleurd zijn dan het rostrum, kunnen kleine conellae (piramidevormige uitstulpingen in diverse groottes)

vertonen.

***Gonioteuthis quadrata quadrata*
(de Blainville, 1827)
(plaat 28, fig. J-K)**

Deze ondersoort komt in de gehele Formatie van Vaals voor. Op basis van een 'populatie' uit Haccourt (Belgische provincie Luik), toonden Christensen en Schmid²⁸ aan dat deze overeenkwam met een 'populatie' uit de Duitse *lingua/quadrata* zone (vroeg vroeg-Campanien), maar het is niet uitgesloten dat ook jongere 'populaties' voorkomen in ons gebied, zoals bijvoorbeeld door Jagt *et al.*¹¹⁰ beschreven tussen Epen en Vaals. Vindplaatsen: omgeving van Vaals (Eschberg, Vaalserberg), tussen Vaals en Gulpen (Koning van Spanje) en langs de toeristenweg tussen Epen en Vaals.

***Belemnella* Nowak, 1913**

Van dit genus waarbij het rostrum cavum volledig verkalkt is en dus een echte alveole optreedt, komen drie subgenera voor, namelijk

***Belemnella* Nowak, 1913**

***Pachybelemnella* Schulz, 1979**

***Neobelemnella* Naidin, 1975**

die in ons gebied in totaal vijf soorten omvatten. Alle hebben onregelmatig gevormde, vaak golvende, dorsolaterale dubbellijnen en de hoek tussen de hoofd-bloedvatindrukken en die dubbellijnen is groter dan 30°, AA ligt tussen 10 en 23° en SD tussen 0 en 4.5 (5) mm. Het subgenus *Pachybelemnella* omvat soorten met een relatief korter rostrum solidum dan die van *Bln.* (*Belemnella*), dat matig slank is bij soorten die een knotsvormig profiel vertonen, en gedrongen bij soorten met zwak knotsvormige tot kegelvormige rostra. Het subgenus *Neobelemnella*, dat uiterlijk soms heel moeilijk te onderscheiden is van *Belemnella junior*, wordt gekenmerkt door een grote AA (20-23°) en SD (3-5 mm) waardes, goed ontwikkelde bloedvatindrukken, die onder een hoek van minder dan 40° aftakken van de dorsolaterale dubbellijnen en een kort, kegelvormig juveniel stadium.

***Belemnella* (?*Belemnella*) cf.
praearkhangelskii Naidin, 1964
(plaat 28, fig. Q-R)**

Hiervan is slechts een kleine 'populatie' bekend uit de Vijlen Member van Altembroeck (Voerstreek¹⁵⁴), net over de grens bij Noorbeek, maar deze soort mag eveneens verwacht worden op Nederlands grondgebied. Ze wordt gekenmerkt door een lang, slank rostrum (Ls 67.3-74.3 mm) dat (zwak) lanceolaat in ventraal en cilindrisch tot zwak lanceolaat in lateraal aanzicht is, met zwak ontwikkelde bloedvatindrukken, een spits toelopend uiteinde en duidelijke mucro; kleine waardes voor SD (0.5-2.5 mm) en AA (12-16°). Vindplaatsen: grensstreek Voer (Belgisch Limburg) en zuidelijk Limburg (Vijlener-

bosch en omgeving).

***Belemnella* (*Pachybelemnella*) *inflata*
(Arkhangelsky, 1912)
(plaat 28, fig. O-P)**

heeft een matig lang rostrum (Ls 60-72 mm) dat sterk knotsvormig is, en met kleine waardes voor AA (12-14°) en SD (1.0-2.5 mm). Vindplaatsen: overal waar het diepere deel van de Vijlen Member (Formatie van Gulpen) is ontsloten, bijvoorbeeld Vijlenerbosch en Pesaken¹⁵⁶.

***Belemnella* (*Pachybelemnella*) *obtusa*
Schulz, 1979
(plaat 28, fig. D)**

heeft een gedrongen rostrum solidum (Ls 40-60 mm) dat bij grote exemplaren aan het uiteinde duidelijk afgestompt is; in ventraal aanzicht cilindrisch tot zwak kegelvormig en in lateraal aanzicht kegelvormig tot cilindrisch; grote waardes voor AA (14-17°) en SD (1.5-4 mm). Vindplaatsen: redelijk algemeen voorkomend in sommige belemnietenkerkhoven, zoals bij Slenaken en tussen die plaats en Beutenaken^{157, 262}.

***Belemnella* (*Pachybelemnella*) *ex gr. sumensis/cimbrica*
(plaat 28, fig. U-V)**

Vertegenwoordigers van de groep van *sumensis/ cimbrica* van het subgenus *Belemnella* (*Pachybelemnella*)^{13, 123} hebben een gedrongen, relatief kort rostrum solidum (Ls 45-65 mm) dat aan het uiteinde meestal rond toegespitst is, met een relatief zwak ontwikkelde mucro; in ventraal aanzicht cilindrisch tot zwak knotsvormig, in lateraal aanzicht kegelvormig tot cilindrisch; grote waardes voor AA (14-17°) en SD (1.5-4 mm). Vindplaatsen: algemeen, vaak verspoeld, in het middelste deel van de Vijlen Member, met name in de grensstreek tussen zuidelijk Limburg en de Belgisch Limburgse Voerstreek, en ook rond Vaals (Schneeberg), Lemiers en tussen Vijlen en Aken.

***Belemnella* (*Neobelemnella*) *ex gr. kazimiroviensis*
(Skotozdrówna, 1932)
(plaat 28, fig. B-C, I, L)**

De doorgaans relatief kleine tot middelgrote vertegenwoordigers van deze groep, waarbij een enkel groot exemplaar (plaat 28, fig. B-C) doet denken aan *Belemnella pensaensis* Naidin, 1952 (zie¹⁶⁸), hebben slechts een beperkt voorkomen. Zoals hierboven al opgemerkt was Birkelund¹³ de eerste die deze soort vermeldde uit het typegebied van het Maastrichtien. We weten nu dat deze groep (waarvoor ook nog de namen *archangelskyi*¹²⁶ en *skotozdrownae*¹²⁶ in omloop zijn) alleen optreedt in het hogere deel van de Meerssen Member (Formatie van Maastricht), en mogelijk zelfs onverspoeld (althans voor een deel) aan de basis van de vroeg-paleocene Geulhem Member (zie Tabel 1). Vindplaatsen zijn de St. Pietersberg (groeve ENCI B.V. – Vestiging Maastricht, HEIDELBERGCEMENTGroup groeve), de omgeving van Geulhem (voormalige groeves Ankerpoort-Curfs en Blom; Geulhemmerberg) en langs het Nederlandse deel van het Albert-

kanaal tussen Vroenhoven en Veldwezelt. Het was Van der Tuuk en Bor²⁹⁵ al opgevallen dat de 'Limburgse populaties' met name uit juveniele en halfwas exemplaren bestonden. Grotere exemplaren zijn eerder zeldzaam (zie plaat 28, fig. B-C). Kenmerkend voor deze groep is een slank rostrum met een spits uitlopend uiteinde, met een nauwelijks ontwikkelde mucro, lanceolaat in ventraal aanzicht en lanceolaat tot subcilindrisch in lateraal aanzicht, Ls tussen 40 en 70 mm (gemiddeld 55 mm), SD tussen 3 en 4.5 mm, AA rond 20°; goed ontwikkelde bloedvatindrukken, dorsolaterale depressies en dubbellijnen en longitudinale streping, bodem van de ventrale fissuur naar beneden buigend, S-vormig en afgeleiden daarvan¹⁰⁴, behalve bij NHMM JJ 2448, waar deze praktisch recht naar boven loopt en doet denken aan *Blh. pensaensis*, een vorm uit het laat-Maastrichtien van centraal Rusland en Polen¹⁶⁸.

Belemnitella d'Orbigny, 1840

De terminologie en methodes voor het beschrijven van rostra van het genus *Belemnitella* zijn die van Christensen^{30,35}, terwijl de vorm van de rostra wordt gemeten zoals voorgesteld door Schulz^{262, 263}.

***Belemnitella mucronata mucronata*
(von Schlotheim, 1813)
(plaat 28, fig. G-H)**

Keutgen en Jagt¹⁵⁵ merkten op dat rostra van dit taxon klein en fors zijn (Ls 39.4 mm gemiddeld; Dp 11.6 mm gemiddeld), zwak lanceolaat of subcilindrisch in ventraal en subcilindrisch tot conisch in lateraal aanzicht, afgeplat over de gehele lengte en met een goed ontwikkelde mucro; volwassen exemplaren met duidelijke bloedvatindrukken, dorsolaterale depressies en dubbellijnen en ook, zij het minder duidelijk dan de bloedvatindrukken, longitudinale streping; de bodem van ventrale fissuur is meestal recht of bijna recht; grote waardes voor SD (9.1 mm gemiddeld); FA (18.1° gemiddeld), AA (19.4° gemiddeld), BI gemiddeld 3.5. Er is variatie geconstateerd in 'populaties' uit het onderste deel van de Zeven Wegen Member, en iets hoger in dezelfde sectie¹⁵⁵, waarbij de eerste kleinere SD en iets grotere AA waardes vertoonde. Vindplaatsen: overal waar het onderste deel van de Zeven Wegen Member (Formatie van Gulpen) is ontsloten, met name in het Vijlenerbosch (Zeven Wegen), maar ook in de laterale equivalent (Benzenrade Member, Formatie van Vaals) aan de Putberg (Benzenrade¹¹⁴).

***Belemnitella woodi* Christensen, 1995
(plaat 28, fig. X-Y)**

werd door Keutgen en Jagt¹⁵⁵ beschreven uit de Zeven Wegen Member (Formatie van Gulpen), met name uit de groeve CPL SA (Haccourt, Belgische provincie Luik), maar met het voorkomen van deze soort in de Zeven Wegen Member in zuidoostelijk Limburg kan ook rekening gehouden worden; vandaar de melding hier. Het rostrum is groot en stevig (Ls 42.7 mm gemiddeld; Dp 12.2 mm gemiddeld), zwak lanceolaat tot subcilindrisch in ventraal en subcilindrisch tot

conisch in lateraal aanzicht, afgeplat over de gehele lengte, het uiteinde is afgestompt, met mucro; bloedvatindrukken goed ontwikkeld rond de ventrale fissuur maar zwakker elders, longitudinale strepen, sterk ontwikkeld in sommige exemplaren, komen voor op het achterste deel van het rostrum; dorsolaterale depressies en dubbellijnen aanwezig; de bodem van de ventrale fissuur is variabel, meestal recht tot bijna recht, maar ook gebogen (convex of concaaf), S-vormig of golvend. Voor een 'populatie'¹⁵⁵ werden de volgende gemiddelde meetwaarden aangegeven: SD 8.5 mm; FA 24.8°; AA 18.8° en BI 3.6. Vindplaatsen: overal waar het hogere deel van de Zeven Wegen Member dagzoomt, dus met name in het Vijlenerbosch en in de Belgische provincie Luik (CPL SA-Haccourt en CBR-Lixhe groeves).

***Belemnitella cf. minor* II Christensen, 1995
(plaat 28, fig. E-F)**

werd door Keutgen *et al.*¹⁵⁶ beschreven als groot (Ls 46.4 mm gemiddeld; Dp 12.9 mm gemiddeld), fors, maar iets slanker dan de echte *Blt. minor* II uit de Paramoudra en Sidestrand Chalk members van Norwich, Engeland³⁰, met een gemiddelde BI van 3.7; rostra cilindrisch of iets conisch in ventraal en hoog conisch in lateraal aanzicht; iets afgeplat over de hele lengte; uiteinde puntig of afgestompt met een mucro; bloedvatindrukken goed ontwikkeld, dorsolaterale depressies en dubbellijnen prominent; sommige exemplaren vertonen 'pseudogranulatie' ventraal en hebben longitudinale streping dorsaal. Gemiddelde waardes voor een 'populatie' uit de Vijlen Member van Pesaken-Crapoel¹⁵⁶ zijn als volgt: Qp 0.98; SD 11.7 mm; FA 23.4° en AA 19.3°. Voorkomen: slechts bekend uit het basale deel van de Vijlen Member van Pesaken-Crapoel, Bovenste Bos en de streek rond Beutenaken.

***Belemnitella praecursor* Stolley, 1897
(plaat 28, fig. S-T)**

alleen bekend uit de Formatie van Vaals, werd op basis van een 'populatie' (176 exemplaren) door Christensen en Schmid²⁸ als volgt gekarakteriseerd: over het algemeen lanceolaat in ventraal en hoog conisch in lateraal aanzicht, afgeplat over de gehele lengte; uiteinde spits toelopend en mucro slecht ontwikkeld; jonge exemplaren meestal slanker dan volwassen, Ls 60.9 mm gemiddeld, Dp 15.3 mm gemiddeld; SD gemiddeld 6.4 mm, FA 17.6° gemiddeld en AA 20.1° gemiddeld; bodem van ventrale fissuur meestal recht of bijna recht, maar ook gebogen, S-vormig of golvend; wanden van alveole kunnen conellae dragen; bloedvatindrukken eerder zwak ontwikkeld, dorsolaterale depressies en dubbellijnen, plus longitudinale strepen, aanwezig, de laatste vaak beter ontwikkeld dan bloedvatindrukken.

***Belemnitella junior* Nowak, 1913
(plaat 28, fig. A, W)**

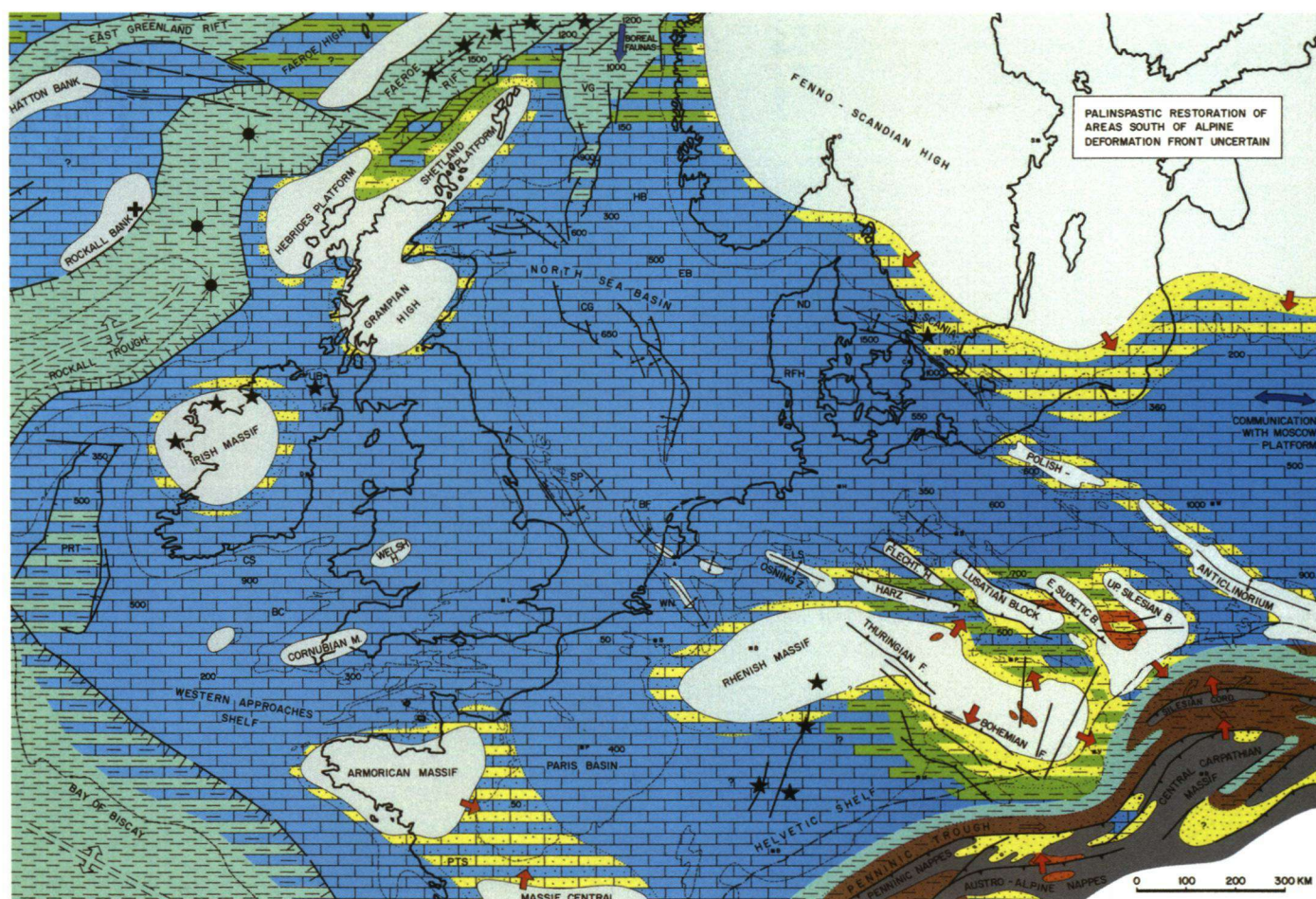
Keutgen *et al.*¹⁵⁶ karakteriseerden *Belemnitella junior* uit de *Belemnitella mucronata* groep, als volgt: groot, maar relatief slank rostrum (Ls 51.8 mm gemiddeld; Dp 11.9 mm gemiddeld), over het algemeen subcilindrisch in ventraal en sub-

conisch in lateraal aanzicht; uiteinde afgestompt of met duidelijke mucro; dorsolaterale depressies en dubbellijnen en bloedvatindrukken meestal goed ontwikkeld, 'pseudogranulatie' ventraal en met longitudinale streping dorsaal; gemiddelde waarden voor Qp 0.94; BI 4.3; SD 6.9 mm; FA 29.7° en AA 18.7°.

***Belemnitella lwowensis* Naidin, 1952**
(plaat 28, fig. M-N)

uit de *Belemnitella langei* groep, kenmerkt zich door vrij lange en slanke rostra (Ls 49.2 mm gemiddeld; Dp 9 mm ge-

middeld), die zwak lanceolaat tot subcilindrisch in ventraal en subcilindrisch in lateraal aanzicht zijn; afgeplat over de gehele lengte; uiteinde spits toelopend of zwak afgestompt met een goed ontwikkelde mucro; dorsolaterale depressies en dubbellijnen en bloedvatindrukken meestal goed ontwikkeld, rostrum met 'pseudogranulatie' ventraal en met longitudinale streping ventraal en dorsaal; gemiddelde waarden voor Qp 0.91; BI 5.5; SD 6.3 mm; FA 55.6° en AA 18.7°. Deze vorm reikt van de Vijlen Member (interval 4) tot aan de top van de Formatie van Maastricht, waarbij de verhouding *Blt. lwowensis*/*Blt. junior* in de laatste eenheid rond één op tien is. Vindplaatsen: alle ontsluitingen in het hogere deel van de Formatie van Gulpen en de gehele Formatie van Maastricht.



Tekstfig. 75. Nederland en omgeving tijdens het late Laat-Krijt en vroegste Paleogeen (naar Ziegler³²¹).
Voor legenda zie p. 221.

Afkortingen – NHMM, Natuurhistorisch Museum Maastricht (JJ – J.W.M. Jagt coll.); voor alle andere afkortingen (Ls, SD, AA, FA etc.) zie hieronder.

Afkortingen zijn als volgt:

Ls	lengte van apex naar protoconch (in mm) [= LAP van Christensen ^{30,35}]
Bs	laterale diameter halfweg tussen apex en protoconch (in mm)
Bp	laterale diameter ter hoogte van protoconch (in mm)
Bc	laterale diameter ter hoogte van rostrum cavum (in mm) [= LDP van Christensen ^{30,35}]
Ds	dorsoventrale diameter halfweg tussen apex en protoconch (in mm)
Dp	dorsoventrale diameter ter hoogte van protoconch (in mm)
Dc	dorsoventrale diameter ter hoogte van rostrum cavum (in mm) [= DVDP van Christensen ^{30,35}]
Qp	Bp/Dp
BI	Birkelund Index (BI = Ls/Dp) [= 'Elongation' van Schulz ²⁶³]
AV	ventraal aspect (AV = (Bs – Bc) x 100/Bp in %)
AL	lateraal aspect (AL = (Ds – Dc) x 100/Dp in %)
AVs	ventraal aspect van rostrum solidum (AVs = (Bs – Bp) x 100/Bp in %)
ALs	lateraal aspect van rostrum solidum (ALs = (Ds – Dp) x 100/Dp in %)
SD	Schatsky Distance; afstand (in mm) tussen voorste deel van protoconch en het achterste deel van de ventrale fissuur, gemeten langs de lengteas van rostrum
AA	alveolaire hoek (alveolar angle); dorsoventrale hoek (in graden) tussen de wand van de alveole, gemeten langs de centrale as op 10-15 mm afstand van de protoconch. N.B. Tijdens de groei van het rostrum verandert de alveolaire hoek, waardoor behoorlijk afwijkingen in meetwaarden kunnen ontstaan
FA	fissuurhoek; hoek (in graden) tussen de wand van de alveole en de rechte lijn die de snijpunten van de bodem van de ventrale fissuur maakt met de wand van de alveole en de buitenkant van het rostrum.

De metingen van Ls en SD kunnen met een lineaal tot op een nauwkeurigheid van 0.5 mm worden gemaakt, maar die van Bs, Bp, Bc, Ds, Dp en Dc moeten met een schuifmaat (tot op 0.1 mm) worden gedaan. Voor de analyse van belemnieten 'populaties' moeten daarna statistische methodes worden gevolgd²⁰⁹ waarbij de wiskundige gemiddelde waarde, de standaard deviatie (S) en de variatie coëfficiënt (CV) en de vastgestelde spreiding ('observed range', OR). De relatieve groei van de rostra kan gevangen worden in een lineaire regressie analyse ($Dp = a + b \times Ls$). Christensen³⁰ en Christensen *et al.*³⁹ hebben de volgende categorieën ingevoerd voor het genus *Belemnitella*, om de grootte, relatieve lengte en uiterlijke vorm van rostra, alsook SD and FA, te vatten:

Birkelund Index	
	• BI < 4: fors
	• BI tussen 4 en 5: slank
	• BI > 5: zeer slank
Vorm	
	• AV en AL groter dan 30 %: lanceolaat
	• AV en AL tussen 10 en 30%: zwak lanceolaat
	• AV en AL tussen -10 en 10%: subcilindrisch
	• AV en AL tussen -30 en -10%: subconisch
	• AV en AL kleiner dan -30%: conisch
Schatsky Distance	
	• < 4mm: zeer klein
	• Tussen 4 en 7 mm: klein
	• Tussen 7 en 11 mm: groot
	• > 11 mm: zeer groot
Fissuurhoek (FA)	
	• < 25 graden: klein
	• Tussen 25 en 45 graden: middel
	• Tussen 45 en 65 graden: groot
	• > 65 graden: zeer groot.

Formatie van Houthem	Geleen Member
	Bunde Member
	Geulhem Member
Formatie van Maastricht	Meerssen Member
	Nekum Member
	Emael Member
	Schiepersberg Member
	Gronsveld Member
Formatie van Gulpen	Valkenburg Member
	Lanaye Member
	Lixhe 1-3 members
	Vijlen Member
	Beutenaken Member
Formatie van Vaals	Zeven Wegen Member
	Benzenrade Member
	Terstraten Member
	Vaalsbroek Member
	Gemmenich Member
Formatie van Aken	Cottessen Member
	Raren Member
	Aken Member
	Hergenrath Member

Tabel 1. Lithostratigrafie van het Laat-Krijt (Campanien–Maastrichtien) en Vroeg-Paleogeen van zuidelijk Limburg en het aangrenzende gebied; de Krijt-Paleogeen (K/Pg) grens ligt in het hoogste deel van de Meerssen Member.

Plaat 28 - *In situ*

- A:** *Belemnitella junior* Nowak, 1913; NHMM JJ 8451
(groeve ENCI B.V. – Vestiging Maastricht, **HEIDELBERGCEMENT**Group groeve) -
ventraal
- B-C:** *Belemnella (Neobelemnella) ex gr. kazimiroviensis* (Skolozdrówna, 1932);
(vgl. *Belemnella pensaensis* Naidin, 1952); NHMM JJ 2448 (Vroenhoven-Riemst)
B: ventraal
C: gespleten rostrum cavum
- D:** *Belemnella (Pachybelemnella) obtusa* Schulz, 1979;
NHMM 1997 074 (Bovenste Bos, Epen) - ventraal
- E-F:** *Belemnitella cf. minor* II Christensen, 1995;
NHMM 2007 002 (Pesaken-Crapoel)
E: lateraal
F: ventraal
- G-H:** *Belemnitella mucronata mucronata* (von Schlotheim, 1813);
NHMM JJ 6547 (CPL SA-Haccourt)
G: ventraal
H: lateraal
- I, L:** *Belemnella (Neobelemnella) ex gr. kazimiroviensis* (Skolozdrówna, 1932);
NHMM MK 3636 (Ankerpoort-Curfs, Geulhem)
I: gespleten rostrum cavum
L: uitvergroting
- J-K:** *Gonioteuthis quadrata quadrata* (de Blainville, 1827);
NHMM JJ 1334 w(CPL SA-Haccourt)
J: ventraal
K: lateraal
- M-N:** *Belemnitella lwowensis* Naidin, 1952; NHMM 2007 026 (CPL SA-Haccourt)
M: lateraal
N: ventraal
- O-P:** *Belemnella (Pachybelemnella) inflata* (Arkhangelsky, 1912);
NHMM 2007 005 (Pesaken-Crapoel)
O: lateraal
P: ventraal
- Q-R:** *Belemnella (?Belemnella) cf. praearkhangeliskii* Naidin, 1964;
NHMM 2010 128 (Altembroeck)
Q: dorsaal
R: ventraal
- S-T:** *Belemnitella praecursor* Stolley, 1897; NHMM 2010 131 (CPL SA-Haccourt)
S: lateraal
T: ventraal
- U-V:** *Belemnella (Pachybelemnella) ex gr. sumensis/cimbrica*;
NHMM Bm2-Su82 (Altembroeck)
U: ventraal
V: lateraal
- W:** *Belemnitella junior* Nowak, 1913, gespleten rostrum cavum;
NHMM BL 0414 (Blom, Berg en Terblijt)
- X-Y:** *Belemnitella woodi* Christensen, 1995; NHMM JJ 4925 (CBR-Lixhe)
X: ventraal
Y: lateraal

[Foto's: Barry W. M. van Bakel (E-F, M-P), Anne S. Schulp (A-D, G-L, S-Y) en George Steijn (Q-R)]



A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y